

<https://helda.helsinki.fi>

Uusi Suosimulaattori (SUSI) - uusi mekanistinen simulointimalli suometsien hoidon suunnitteluun

Laurén, Annamari (Ari)

2021-06-11

Laurén, A., Palviainen, M., Laiho, R., Leppä, K., Launiainen, S., Hökkä, H., Nieminen, M., Pöyry, J., Urzainki, I. & Stenberg, L. 2021, 'Uusi Suosimulaattori (SUSI) - uusi mekanistinen simulointimalli suometsien hoidon suunnitteluun', *Metsätieteen aikakauskirja*, Vuosikerta 2021, 2021-10575. <https://doi.org/10.14214/ma.10575>

<http://hdl.handle.net/10138/331910>

<https://doi.org/10.14214/ma.10575>

cc-by-sa

publishedVersion

Downloaded from Helda, University of Helsinki institutional repository.

This is an electronic reprint of the original article.

This reprint may differ from the original in pagination and typographic detail.

Please cite the original version.

\$ Q Q D P D U L \$ U L O D D M R p Q Q O 5 D D M Q H / Q H U K R W E L S a n n i s i Ø
/ D X Q L B , H a n n u H ö k k ä ⁵ O L N D 1 L H P , L o n n o n v a r a k e s k u s ³

Suosimulaattori (SUSI) – uusi mekanistinen simulointimalli suometsien hoidon suunnitteluun

Laurén A., Palviainen M., Laiho R., Leppä K., Launiainen S., Hökkä H., Nieminen M., Urzainki I., Stenberg L. (2021). Suosimulaattori (SUSI) – uusi mekanistinen simulointimalli suometsien hoidon suunnitteluun. Metsätieteen aikakauskirja 2021-10575. Tieteen tori <https://doi.org/10.14214/ma.10575>

Yhteystiedot Pä-Suomen yliopisto, Metsätieteiden osasto, Joensuu, Jyväskylän yliopisto, Metsätieteiden osasto, Helsinki, Luonnonvarakeskus (Luke), Luonnonvarat, Helsinki, Luonnonvarakeskus (Luke), Biotalous ja ympäristö, Helsinki, Luonnonvarakeskus (Luke), Luonnonvarat, Oulu

Sähköposti D U L O D X U H Q # X H I @

Hyväksytty 6.6.2021

Tausta

Kuivatus on olennainen osa suometsien hoitoa. Se vaikuttaa niin puuston kasvuun kuin biogeokemialisiin kiertoihin ja tätä kautta mm. kasvihuonekaasupäästöihin sekä vesistöihin kohdistuvaan ravinne- ja kiintoainekuormitukseen. Kuivatuserojat madaltuvat umpeenkasvun, sedimentaation ja maanpinnan painumisen vuoksi tyypillisesti 20–30 cm kahdenkymmenen vuoden aikana, ja oijen kuivatusteho heikkenee vähitellen. Puuston kasvukunnon ylläpitämiseksi tehdään kunnostusojituksia yhdestä kahteen kertaan kiertoajan kuluessa. Arvioiden mukaan kolmasosa Suomen ojitusalueista on tällä hetkellä kunnostusojituksen tarpeessa ja niitä toteutetaan noin 40 000 hehtaarilla vuosittain. Kunnostusojitus parantaa toisinaan puuston kasvua mutta aiheuttaa lähes poikkeuksetta haitallisia ympäristövaikutuksia. Kunnostusojituksen kasvuvaikeus kestää 15–20 vuotta lisäten puuston kasvua 10–15 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$. Toisaalta kunnostusojitus lisää myös kiintoainekuormitusta keskimäärin kaiken kaikkiaan noin 1000 $\text{kg} \text{ha}^{-1}$. Haitallisten ympäristövaikutusten ja kustannusten vuoksi on tärkeää välttää kunnostusojituksia alueilla, joilla se ei paranna kasvua.

Kuivatus laskee pohjaveden pinnan tasoa ja vaikuttaa sitä kautta moniin puuston kasvua rajoittaviin tekijöihin. Näitä ovat mm. kuivuus, liiallisen märkyyden aiheuttama hapen puute juurissa tai ravinteiden puute. Puuston, pintakasvillisuuden, pohjaveden, turpeen, oja- ja säätekeijöiden välillä vallitsee monimutkainen vuorovaikutusten verkko, josta pohjimmiltaan riippuu se, parantaako kunnostusojitus puuston kasvua vai ei. Uusi ekosysteemimalli Suosimulaattori (SUSI) tarjoaa työkalun näiden vuorovaikutusten ymmärtämiseen ja kunnostusojitus tarpeen arviointiin.

syventämisellä saadaan lisäkasvua vain $0,1 \text{ m}^3 \text{ v}^{-1}$. Ojan syventäminen ei siis lisää kasvua suoraviivaisesti, vaan kasvuvaste on suurimmillaan, kun syvennetään alun perin matalia oja. Kasvu kymmenen vuoden simulointijaksolla oli Etelä-Suomessa puolitoistakertainen Pohjois-Suomen kasvuun nähden. Kunnostusojituksen suhteellinen kasvuvaste lähtöpuustoltaan 50 metsikölle oli lähes samansuuruinen (Kuva 2). Sekä Pohjois- että Etelä-Suomessa kunnostusojituksen aiheuttama kasvun lisäys oli 5–10 % oijittamattomaan tilanteeseen nähden. Ojien syventäminen lisää kasvua tiettyyn rajaan asti, mutta ympäristö- ja ilmastohaitat, kuten typen ja fosforin huuhtoutumisriski ja turpeen hajoamisesta syntyvät hiilipäästöt vastaavasti lisääntyvät ojien syventyessä. Esimerkilaskelman tapauksissa puustoon sitoutuneen hiilen määrä ei riitä kompensoimaan ojituksen aiheuttamaa lisääntynyttä hiilen päästöä turpeesta, ja kunnostusojituksen nettovaikutus on ilmaston kannalta epäedullinen.

Puuston kasvua turvemilla rajoittaa useimmiten ravinteiden saatavuus. Tuhkalannoitus lisää puuston kasvua tutkimusten mukaan 1,5–2,5 kuutiometriä hehtaarilla vuodessa eikä aiheuta merkittäviä haitallisia vesistövaikutuksia. Esimerkilaskelmassamme kunnostusojitus lisäsi puuston vuotuista kasvua vain $0,4\text{--}0,6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Simuloimme SUSI-mallilla lannoituksen vaikutusta lisäämällä puuston käytettävissä olevaa kaliumia 2 kg hehtaarille vuodessa, jolloin laskelmassamme pohjoisen, lähtöpuustoltaan 50 $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ metsikön vuotuinen kasvu lisääntyi $2,6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, kun ojasyvyys oli 0,3 m. Näin ollen lannoitus voisi olla tehokkaampi ja ympäristön kannalta kestävämpi tapa lisätä puuntuotantoa kuin kunnostusojitus.

Mallin saatavuus ja käyttöönotto

Suosimulaattori SUSIsta on tehty käyttöliittymä, joka on **avoin** ja **ilmainen** saatavissa. SUSI-laskenta toimii virtuaaliympäristössä, eikä sen käyttö vaadi omalle tietokoneelle asennettavia ohjelmia tai niiden osia. Se toimii kaikilla käyttöjärjestelmillä (PC, Apple, Linux) ja myös mobiililaitteilla. Käyttöliittymä sisältää seikkaperäiset käyttöohjeet.

SUSIn laskentakoodi on vapaasti saatavilla MIT-lisenssillä osoitteella <https://github.com/annamarilauren/susi>

Sovellukset ja jatkokehitys

SUSI on tehokas apuväline päätöksentekoon suometsien parissa työskenteleville tahoille ja metsänomistajille. SUSIa käytetään tällä hetkellä niin metsätieteiden opetuksessa Itä-Suomen ja Helsingin yliopistoissa kuin käytännön metsäammattilaisten koulutuksessa.

SUSIn modulaarinen rakenne mahdollistaa joustavan jatkokehityksen, ja tällä hetkellä sitä kehitetään laskemaan mm. avohakkuiden ja jatkuvan kasvatuksen menetelmien aiheuttamaa hiili- ja ravinnekuormitusta vesistöihin. SUSIa käytetään parhaillaan monissa tutkimushankkeissa. Esimerkiksi WaterWorks2017-kokonaisuuteen kuuluvassa yhteisrahoitteisessa, Itä-Suomen yliopiston koordinoimassa REFORM WATER -hankkeessa SUSIn kehitetään moduulia, joka ennustaa liuenneen hiilen kulkeutumista turpeesta ojaan ja edelleen vedessä tapahtuvaa liuenneen hiilen hajoamista ja sen aiheuttamia hiilidioksidipäästöjä ilmakehään. Tulevaisuuden kehityskohteita ovat mm. suometsien hoidon taloudellisen kannattavuuden laskenta ja ilmastomuutoksen hillinnän aiheuttamat muutostarpeet kokonaiskestävään suometsien hoitoon.

Lähteitä

- Laurén A, Palviainen M, Launiainen S, Leppä K, Stenberg L, Urzainki I, Nieminen M, Laiho R, Hökkä H (2021) Drainage and stand growth response in peatland forests. Description, testing, and application of mechanistic Peatland simulator SUSI. *Forests* 12, article id 1293/
doi.org/10.3390/f12030293
- + | N N I + / D X U p Q \$ 6 W H Q E H U J / / D X Q L D L Q H Q 6 / H S S I . 1 L H P L
for ditch depth in drained Scots pine dominated peatland forests. *Silva Fenn* 55, article id 10494.
<https://doi.org/10.14214/sf.10494>
- Hökkä H, Stenberg L, Laurén A (2020) Modeling depth of drainage ditches in forested peatlands in Finland. *Baltic For* 26, article id 453.
<https://doi.org/10.46490/BF453>
- Ojanen P, Minkkinen K, Penttilä T (2013) The current greenhouse gas impact of forestry-drained boreal peatlands. *Forest Ecol Manag* 289: 201–208.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.10.008>
- Sikström U, Hökkä H (2016) Interactions between soil water conditions and forest stands in boreal forests with implications for ditch network maintenance. *Silva Fenn* 50 article id 1416.
<https://doi.org/10.14214/sf.1416>